

로봇 팔 관절모터의 전류 값을 통한 충돌감지에 대한 연구 A Study on The Collision Detection of Robot Arm by Using Current value of Joint Motor

*제한욱¹, 백준영¹, #이민철²

*H. W. Je¹, J. Y. Back(main100@pusan.ac.kr)¹, # M. C. Lee² (mclee@pusan.ac.kr)

¹부산대학교 대학원, ²부산대학교 기계공학부

Key words : Collision Detection, Impact, Current Value, Robot Arm

1. 서론

과거의 산업용 로봇은 주로 제조 라인에서 일정한 반복 작업을 수행하였지만 최근 로봇에 대한 연구가 산업 현장에서 뿐만 아니라 생활환경 속에서 동작하는 서비스 형 로봇에 대한 관심이 늘어나면서 로봇이 변화하는 환경 속에서 여러 가지 동작을 수행하도록 하는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이렇게 로봇의 활용 범위 확대 및 제반 기술이 발전함에 따라 서비스 로봇은 우리 생활 속에 훨씬 가까워지고 있으며, 이러한 로봇을 동작시키는 데 있어서 정밀한 제어와 함께 중요하게 고려되어야 할 부분은 예상치 못한 충돌로 인한 작업 대상물이나 로봇이 파손되는 경우와 사람이 다치게 되는 상황이 발생하지 않도록 안전하게 동작 하도록 하는 것이다. 이와 관련된 충돌 감지 및 회피에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며 많은 부분에서 성과를 보이고 있다. 일반적으로 로봇팔의 충돌을 감지하기 위해서 로봇 팔에 고가의 센서장비(Force/Torque Sensor)를 부착하는 방식으로 연구되어 지고 있다.[1] 하지만 이런 고가의 센서장비를 장착하여 제작되는 로봇 팔은 성능 면에서는 뛰어난 결과를 보이지만 로봇팔의 전체 제작비용이 크게 증가한다는 단점을 가지고 있다. 그리고 F/T 센서를 제작하는 업체가 많지 않고 국외에서 수입해서 사용해야만 한다. 이러한 단점들을 해결하기 위해서 F/T센서를 사용하지 않고 로봇 팔에 가해진 충돌을 감지해 내는 것을 본 논문의 목적으로 한다.[2~6] F/T 센서가 없는 로봇팔 시스템에서 토크와 관련된 파라미터는 로봇팔 관절에 장착된 모터의 전류 값이다. 모터로 동작하는 로봇 팔을 구동하기 위해서는 관절 모터에 전압을 조절한다. 이 때 발생하는 전류에 의해서 모터에 토크가 상승하게 되고 로봇 팔이 동작하게 되는 구조이다. 본 논문에서는 이러한 동작 중에 변하는 전류의 값을 분석하여 충돌을 감지하는 방법을 연구하는 것에 초점을 두었다.

2. 실험 환경

먼저 로봇팔의 관절모터로 Maxon motor 276550을 사용하였고, 로봇팔 관절 모터의 제어와 제어시에 발생하는 전류를 측정하기 위해서 Maxon 사의 서보 드라이버(maxon motor control ADS 50/10)의 전류출력을 이용해 전류 값을 측정하였다. 이 시스템에서 로봇 팔의 동작을 프로그래밍하고 데이터 확인 작업을 용이하게 하기 위해서 Host PC의 MMC (Multi-Motion Controller)보드를 사용하였다, 관절모터의 전류 값은 Maxon 서보 드라이버에서 출력되는 전류값에 대응하는 전압을 MMC 보드의 A/D Converter 를 이용하여 데이터화 시킨다. Host PC에는 제어 입력을 정확한 타이밍에 보내주기 위해서 RTX(Real Time OS)가 동작하고 있다.

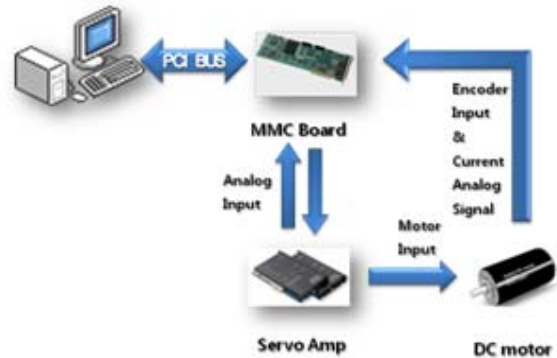


Fig. 1 System Configuration

본 실험에서는 일단 충격을 받았을 때 가장 많은 토크 변화가 예상되는 로봇의 어깨에 해당하는 모터의 전류 값을 측정하여 분석하는 것으로 첫 번째 연구의 단계로 잡았다. 그리고 로봇팔 제어와 전류 측정치를 실시간으로 확인하기 위한 MMI(Multi-Motion Interface) 프로그램을 작성하여 데이터의 확인을 그래프를 실시간 으로 확인할 수 있도록 구성하였다. 다음 그림은 MMI 프로그램이다.



Fig. 2 MMI Program

3. 실험 결과

1차원 충돌에서 어떠한 전류 변화가 보이는지 확인하기 위해서 로봇의 측면에서 바라보았을 때를 Z-X 평면으로 생각하고, 로봇팔을 아래로 향하게 한 상태를 기본위치로 하여 처음 위치를 중력의 영향을 받지 않도록 하였다.



Fig. 3 5-axis Robot Arm

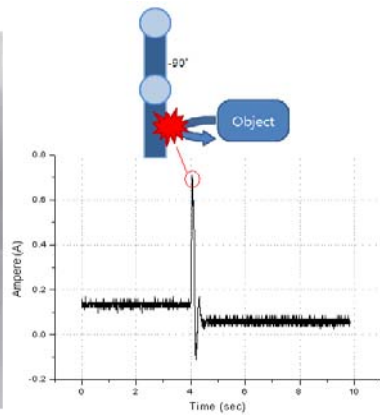


Fig. 4 Collision occurred when the robot arm does not move.

그림 3은 로봇 팔이 정 위치를 유지하도록 제어하고 있는 상태에서 충격을 가했을 때 발생하는 어깨축 모터 전류의 변화를 보여주는 그래프이다.

다음은 충돌이 발생하지 않는 상황에서의 로봇 팔을 움직여 어깨의 기본위치 -90° 에서 로봇팔을 앞으로 뺀 상태가 되는 0° 까지 왕복 시키는 궤적을 입력하여 이 때 발생하는 전류의 변화와 똑같은 궤적을 다시 입력하여 로봇 팔의 약 -30° 가 되는 위치에 충돌을 일으킬 물체를 두어서 이 때 발생하는 전류의 변화를 비교하였다.

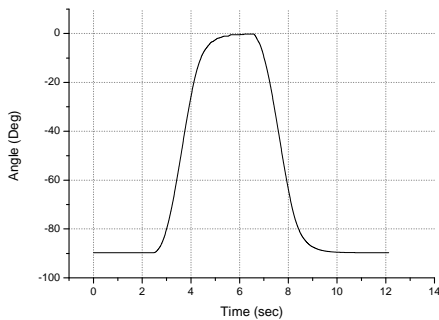


Fig. 5 Trajectory Input

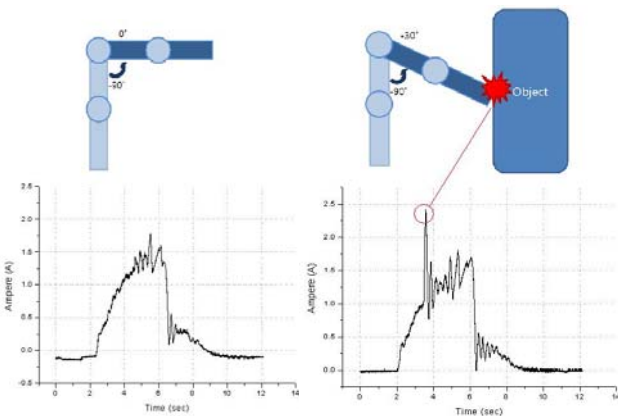


Fig. 6 Collision free

Fig.7 Collision occurred

앞에서 보이는 것과 같이 그림3은 로봇을 제어할 궤적 입력을 나타내고, 그림 4 는 궤적을 따라 움직이면서 충돌이 없을 때의 전류 변화이고, 그림 5 는 충돌이 발생하였을 때의 전류가 급격히 증가하는 것을 볼 수 있다. 충돌 발생할 때 전류가

급격히 증가하는 것은 로봇 팔이 물체와 충돌하면서 추종하는 궤적에 반대되는 저항력이 커진 만큼 전류가 증가 하는 것이다.

4. 결론

본 연구에서는 Force/Torque 센서를 사용하지 않고 로봇 팔 관절 모터의 전류 데이터만으로 충돌을 감지해 내는 방법에 초점을 두었다. 로봇 팔의 1차원 충돌 실험 결과 어깨축 모터의 전류의 변화를 확인 할 수 있다. 하지만 이 결과는 충격 순간에 발생하는 충격량을 확인하는 Test 장치가 없기 때문에 어느 정도의 충격이 발생했는지 알 수 없다. 그리고 모터가 구동 중일 때 모터 하나만의 전류 데이터로는 미약한 충돌 발생했을 때 구동 토크에 의한 전류인지 충돌에 의한 전류변화 인지를 확인하기에 부족하다. 현재는 2축 이상의 모터 전류의 공통된 변화를 분석하여 충돌감지 알고리즘을 구현하고 있으며 충격량을 검증하는 방법의 연구를 통해 로봇의 충돌을 감지하고 충격량을 줄여 구조물의 손상을 최소화시킬 수 있는 효과를 기대할 수 있다. 추가적으로 로봇 팔의 다이내믹 해석을 통하여 구동토크를 예측하기 위한 연구도 함께 진행 중이며 시스템의 미지의 파라미터를 알아내기 위해 신호압축법을 적용하는 실험을 진행 중이다.[7]

참고문헌

1. Luc Le Tien, Alin Albu-Schaffer, Alessandro De Luca, and Gerd Hirzinger "Friction Observer and Compensation for Control of Robots with Joint Torque Measurement", 2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems Acropolis Convention Center Nice, France, Sept, 22-26, 2008
2. Karel Jezernik* and Miran Rodi "Torque Sensorless Control of Induction Motor" 2008 13th International Power Electronics and Motion Control Conference (EPE-PEMC 2008)
3. L. M. Aksman, "Force estimation based compliance control of a two link harmonically driven robotic manipulator," MS Thesis, University of Maryland, College Park, 2006.
4. T. Murakami et al, "Torque sensorless control in multidegrees of-freedom manipulator," IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 40, pp.259-256, 1993.
5. N. Matsui, M. Shigyo, "Brushless dc motor control without position and speed sensors," in Conf. Rec. IEEE-IAS, 1990.
6. T. Murakami, R. Nakamura, F. Yu, K. Ohnishi, "Force sensorless impedance control by disturbance observer," Record of the Power Conversion Conf., Apr. 1993 pp.352 - 357.
7. 윤정주, 이승희, 고석조, 이민철. "신호압축법과 상관계수를 이용한 DC 서보 모터의 동특성 구명에 관한 연구" 2002년도 제어 자동화 시스템 공학회 부산,경남, 울산지부 학술회의 논문집.